

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-081534

(43)Date of publication of application : 21.03.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/293

(21)Application number : 10-250855

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 04.09.1998

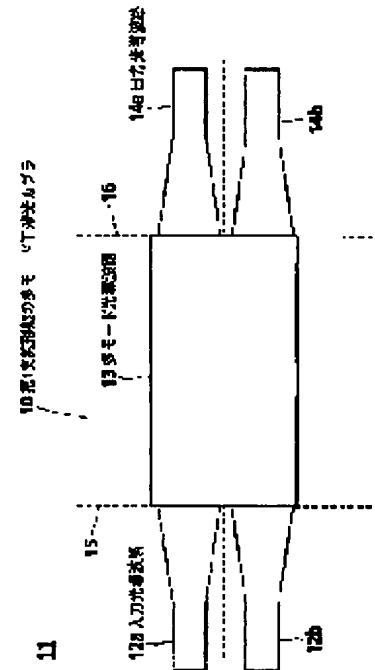
(72)Inventor : SAIDA TAKASHI  
OKUNO MASAYUKI  
HIMENO AKIRA

## (54) MULTI-MODE INTERFERENCE OPTICAL COUPLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce loss of light.

SOLUTION: A multi-mode interference optical coupler is formed by arranging a multi-mode optical waveguide 13 between input optical waveguides 12a, 12b and output optical waveguides 14a, 14b on a substrate 11, and at least either the optical waveguide distance between the input optical waveguides 12a, 12b or between the output optical waveguides 14a, 14b is varied in the direction of the waveguide. Here, it is preferable that this multi-mode interference optical coupler is realized by using glass optical waveguides.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.07.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-81534  
(P2000-81534A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 2 B 6/293

識別記号

F I  
G 0 2 B 6/28

テーマコード\* (参考)

B

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-250855

(22) 出願日 平成10年9月4日 (1998.9.4)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 才田 隆志

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 奥野 将之

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 姫野 明

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100078499

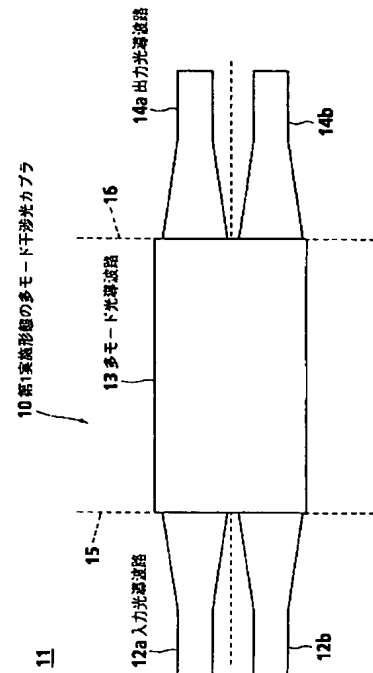
弁理士 光石 俊郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 多モード干渉光カプラ

(57) 【要約】

【課題】 多モード干渉光カプラにおいて、低損失化を図る。

【解決手段】 基板11上に入力光導波路12a、12bと出力光導波路14a、14bとの間に多モード光導波路13を配置して多モード干渉光カプラを構成し、入力光導波路12a、12bと出力光導波路14a、14bの少なくとも一方の導波路幅が導波方向に変化させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に少なくとも一つの入力光導波路及び少なくとも二つの出力光導波路あるいは少なくとも二つの入力光導波路及び少なくとも一つの出力光導波路と、前記入力光導波路と前記出力光導波路の間に配置された多モード光導波路とを有する多モード干渉光カプラにおいて、前記入力光導波路と前記出力光導波路の少なくとも一方の導波路幅が導波方向に変化していることを特徴とする多モード干渉光カプラ。

【請求項2】 請求項1記載の多モード干渉光カプラが、ガラス光導波路により実現されていることを特徴とする多モード干渉光カプラ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信の分野にて、光信号を分岐あるいは結合するために用いられる多モード干渉光カプラに関する。

## 【0002】

【従来の技術】光通信のさらなる発展のためには、光ファイバと受・発光素子の高性能化、低価格化に加えて、光カプラ、光スイッチ、光波長フィルタなど各種光回路部品の開発が不可欠である。特に光カプラは、光信号を分岐、あるいは結合する機能を持ち、網的な光通信構成を実現するために必須の光部品である。

【0003】光カプラの実現形態としては、従来からバ＊

$$h_{in} = \sum_{m=0}^{\infty} \alpha_m h_m$$

【0008】ここで、 $\alpha_m$  はモード番号mのモードへの分配率であり、 $h_{in}$  は入力光導波路102aの導波モードの電界分布、 $h_m$  は多モード導波路103のモード番号mのモードの電界分布である。

【0009】多モード光導波路103においては、複数のモードのうち、あるモード番号M以下のモードは導波され（導波モード）、Mより大きいモード番号をもつモードは散逸される（放射モード）。従って、導波モードの※

$$h_{out} = \sum_{m=0}^M \alpha_m h_m \exp(-j\beta_m L)$$

【0011】ただし、Lは多モード光導波路103の長さである。そして、 $\beta_m$  は近似的に次式（3）で表される。

$$\beta_m \sim A - \frac{\pi(m+1)^2}{3L\pi}$$

【0013】ただし、A及び $L\pi$ はモード番号mによらない定数である。従って、 $L = 3L\pi(q/2)$ （ $q = 1, 3, 5 \dots$ ）となるように多モード光導波路103の長さを設定すれば、多モード光導波路の出力端106に

\*ルク型、ファイバ型、導波路型が提案されているが、光導波路型光カプラは平面基板上の光導波路を基本として、フォトリソグラフィ技術および微細機構技術により再現性良く一括大量生産できることから将来型の光カプラとして期待される。

【0004】光導波路型光カプラの構成法としては、従来、スターカプラ、Y分岐回路、方向性結合器、多モード干渉光カプラが提案されている。中でも、多モード干渉光カプラは、結合比の波長依存性及び偏波依存性がともに小さく、且つ、作製誤差に対する許容度が大きいという特徴がある。

【0005】図8に従来の二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成を示す。図8に示すように、従来の多モード干渉光カプラ100は、基板101の上に入力光導波路102a、102b、多モード光導波路103、出力光導波路104a、104bから構成されている。

【0006】この従来の二入力二出力の多モード干渉光カプラ100の原理を説明すると、今、入力光導波路102aの信号光が入力された場合、多モード光導波路入力端105にて、信号光が入力光導波路102aの導波モードから多モード光導波路3の複数のモードに変換される。これを式で示すと以下式（1）のようになる。

## 【0007】

## 【数1】

・・・(1)

※みが多モード光導波路103中を導波し、多モード光導波路の出力端106に達する。ここでモード番号m（ $m = 0, 1, 2, 3 \dots M$ ）の導波モードの伝搬定数を $\beta_m$ とすれば、多モード光導波路の出力端106における電界は次式（2）で与えられる。

## 【0010】

## 【数2】

・・・(2)

40 ★【0012】

## 【数3】

・・・(3)

における電界 $h_{out}$ は共通の位相を除いて次式で与えられる。

## 【0014】

## 【数4】

$$h_{out} = \exp(j\frac{\pi}{4}) \sum_{m: \text{even}}^M \alpha_m h_m + \exp(-j\frac{\pi}{4}) \sum_{m: \text{odd}}^M \alpha_m h_m \quad \dots (4)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \left( \sum_{m: \text{even}}^M \alpha_m h_m + \sum_{m: \text{odd}}^M \alpha_m h_m \right) + \frac{j}{\sqrt{2}} \left( \sum_{m: \text{even}}^M \alpha_m h_m - \sum_{m: \text{odd}}^M \alpha_m h_m \right) \quad \dots (5)$$

【0015】この従来の多モード干渉光カプラの構造の対称性により、 $m$ が偶数のときの $h_m$ が軸107に対して偶関数であり、 $m$ が奇数のときの $h_m$ が軸7に対して奇関数であることに注意すると、 $h_{out}$ は $h_{in}$ そのもの(式(5)第1項)と、 $h_{in}$ の軸107に対する鏡像(式(5)第2項)の和で与えられることがわかる。従って、入力光導波路102aに導入された光信号は、出力光導波路104a及び104bに1:1に配分される。

【0016】更に、2つの入力光導波路102a、102bの位置を多モード光導波路103の幅を3等分するように配置すれば、 $m=2, 5, 8, \dots$ のモード番号を持つ導波モードが励起されていないので、式(2)~(4)より多モード光導波路103の長さを $L=L\pi(q/2)$ ( $q=1, 3, 5, \dots$ )とすればよく、前述の場合の1/3の長さで実現できることも指摘されている。(例えば、"Planar Monomode Optical Couplers Based on Multimode Interference Effects," Journal of Lightwave Technology, pp. 1843-1850, vol. 10, 1992)

【0017】なお、一般に、図9に示すような $N$ 入力 $N$ 出力の多モード干渉光カプラ200の場合には、多モード干渉光導波路203の長さを $L=3L\pi(q/N)$ ( $q$ は $N$ と素な整数)とすればよいことが提案されている。また、図10に示すような1入力 $N$ 出力の多モード干渉光カプラ300の場合には、入力光導波路102を多モード光導波路103の中心に配設すれば、 $m$ が偶数のモードのみが励起されるので、 $L=3L\pi(q/4N)$ ( $q$ は $N$ と素な整数)とすればよいことが提案されている。(例えば、"Optical Bandwidth and Fabrication Tolerances of Multimode Interference Coupler," Journal of Lightwave Technology, pp. 1004-1009, vol. 10, 1994)

【0018】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の多モード干渉光カプラ100、200、300にあっては、他の光カプラと比較して波長依存性が小さく、作製誤差に強いという特徴を持つが、他のカプラ、特に、方向性結合器と比較して損失が大きいという問題がある。

【0019】この損失は、以下のように分類でき、①による損失を「放射モードとの結合による損失」、②による損失を「結像ぼけによる損失」と称する。

① 入力光導波路に導入された信号光パワーのうち一部が多モード部の放射モードに結合して散逸することによ

る損失、及び多モード部を導波してきた光パワーのうち一部が出力光導波路の放射モードに結合して散逸することによる損失

② 実際の光回路では、式(3)の近似が成立しないため、多モード光導波路を伝搬する各モードが出力光導波路に像を完全には再結像しないことによる損失

【0020】このような多モード干渉光カプラの比較的大きな損失は、多モード干渉光カプラを多数用いる大規模光回路を実現する上で、克服しなければならない問題である。例えば、 $16 \times 16$ のマトリクススイッチを多モード干渉光カプラを利用したダブルゲートスイッチで実現する場合、信号光は17段の光スイッチ、即ち、34個の多モード干渉光カプラを経由する。(例えば、"Low-Loss and High-Extinction-Ratio Silica-Based Strictly Nonblocking  $16 \times 16$  Thermo-optic Matrix Switch" Photonics Technology Letters, pp. 810-812, vol. 10, 1998)

【0021】従って、多モード干渉光カプラ1個当たり0.1dBの損失がある場合、マトリクススイッチ全体での損失は3.4dBとなり、光パワーの半分以上が失われてしまう。

【0022】多モード干渉光カプラにおける前述した②の「結像ぼけによる損失」は、比屈折率差の大きな光導波路では小さく、また比屈折率差の小さな光導波路についても最近、金属を多モード光導波路側壁に埋め込む手法により、これを低減できることが示されている。(例えば、"High-Performance Metal-Clad multimode Interference Device for Low-Index-Contrast Material Systems," Photonics Technology Letters, pp. 561-563, vol. 10, 1998)

【0023】しかしながら、前述した④の「放射モードとの結合による損失」に関しては、現状では有効な対策がない。

【0024】先に述べたように従来の多モード干渉光カプラでは、損失が比較的大きいという問題があるため、本発明では、低損失化を図った多モード干渉光カプラを提供することを目的とする。

【0025】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するための請求項1の発明の多モード干渉カプラは、基板上に少なくとも一つの入力光導波路及び少なくとも二つの出

力光導波路あるいは少なくとも二つの入力光導波路及び少なくとも一つの出力光導波路と、前記入力光導波路と前記出力光導波路の間に配置された多モード光導波路とを有する多モード干渉光カプラにおいて、前記入力光導波路と前記出力光導波路の少なくとも一方の導波路幅が導波方向に変化していることを特徴とするものである。

【0026】また、請求項2の発明の多モード干渉光カプラでは、請求項1記載の多モード干渉光カプラが、ガラス光導波路により実現されていることを特徴としている。

【0027】前述したように、多モード干渉光カプラにおける損失要因の一つは、入力光導波路に導入された光パワーの一部が多モード光導波路の放射モードに結合すること、及び多モード部を導波する光パワーの一部が出力光導波路の放射モードに結合することである。そこで、本発明の多モード干渉光カプラでは、多モード光導波路の放射モードは空間的に急峻に変化する電界分布を持つので、入力光導波路及び出力光導波路において導波路幅を変化させることで、入力光導波路及び出力光導波路における電界分布を空間的に緩やかな成分に変換し、これにより多モード光導波路の放射モードとの結合による損失を減少させることで、損失の低減を図ることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0029】図1に本発明の第1実施形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成、図2に本実施形態の多モード干渉光カプラにおける入出力導波路幅に対する損失を表すグラフ、図3に導波路幅変更機能により入出力導波路幅を $15\mu\text{m}$ に広げた多モード干渉光カプラにおける多モード導波路長に対する損失と分岐比を表すグラフ、図4に導波路幅変更機能により入出力導波路幅を $9\mu\text{m}$ に広げた多モード干渉光カプラにおける多モード導波路長に対する損失と分岐比を表すグラフを示す。

【0030】なお、以下に説明する第1実施形態では、光導波路としてシリコン基板上に形成した石英系単一モード光導波路を使用した光導波路型多モード干渉光カプラについて説明する。これはこの組み合わせが単一モード光ファイバとの接続性に優れた光導波路型多モード干渉光カプラを提供できるからである。更に説明を複雑にしないためにもっとも簡単な例として二入力二出力の光導波路型多モード干渉光カプラに限定して説明する。しかしながら、本発明はこの例に限定されるものではない。

【0031】図1に示すように、第1実施形態の光導波路型多モード干渉光カプラ10において、シリコン基板11上には、一対の石英系ガラス光導波路が入力光導波路12a、12bとして配置され、石英系ガラス光導波

路が多モード光導波路13として配置され、一対の石英系ガラス光導波路が出力光導波路14a、14bとして配置されている。ここで、入力光導波路12a、12b、出力光導波路14a、14bは導波路幅変換機能を有している。即ち、本実施形態の多モード干渉光カプラ10では、導波路幅が多モード光導波路13に向かって広くなるように変化している。なお、本実施形態においては、入力光導波路12a、12b、出力光導波路14a、14bの何れの導波路も導波路幅変換機能を有するが、いずれか一方のみであってもよい。

【0032】石英系光導波路の厚さは $6\mu\text{m}$ であり、比屈折率差 $\Delta$ は0.75%、入力光導波路12a、12b及び出力光導波路14a、14bの光導波路間隔は、各光導波路12a、12b及び14a、14bの中心位置での間隔でそれぞれ $18\mu\text{m}$ であるとする。また、入力光導波路12a、12b及び出力光導波路14a、14bと多モード光導波路13との導波路境界15、16におけるそれぞれの導波路幅は等しいとする。

【0033】このとき、例えば、多モード光導波路13の幅を $32\mu\text{m}$ としたときの光カプラのモード不整合による損失を、入力光導波路12a、12b及び出力光導波路14a、14bの多モード光導波路境界15、16における導波路幅、Xの関数として計算したものを図2に示す。この図12に示すグラフからわかるように、入力光導波路12a、12b及び出力光導波路14a、14bの多モード光導波路境界15、16における導波路幅Xを大きくするのに伴って、多モード光導波路13の放射モードに結合することに起因する損失は減少することがわかる。ただし、入力光導波路12a、12b及び出力光導波路14a、14bの多モード光導波路境界15、16における導波路幅Xを過度に大きくすると、再び損失が増加する。これは多モード光導波路境界15、16において、入力光導波路12a、12b及び出力光導波路14a、14bの導波路幅が、多モード光導波路境界15、16の幅よりも大きくなるためである。従って、放射モードとの結合による損失の観点から、多モード干渉光カプラ10における入力光導波路12a、12b及び出力光導波路14a、14bの幅には最適値が存在する。

【0034】しかしながら、通常、基板11上の導波路幅は、シングルモード条件、損失、許容される曲げ半径、及び他の光回路との整合性等の観点から決定される。従って、多モード干渉光カプラ10の入力光導波路12a、12b及び出力光導波路14a、14bにおいて、基板11上の他の部位での導波路幅から多モード干渉光カプラ10にとって最適な導波路幅に変換することにより、多モード干渉光分岐結合回路の損失を低減することができる。

【0035】ただし、上記の例では多モード光導波路13の幅を $32\mu\text{m}$ と決めたが、現実の光回路では前述し

た式(3)の近似が完全には成立しないので、多モード光導波路13の幅の値によっては分岐比が1:1とはならない。従って、実際の設計では、分岐比が1:1にするという観点から多モード光導波路13の幅が最適化される。

【0036】今、基板11上の他の部位における導波路幅を6 $\mu$ mとする。従来の導波路幅を変換する機構を有しない多モード干渉光カプラにあっては、入出力光導波路の導波路幅も同じく6 $\mu$ mとなる。この従来の多モード干渉光カプラについて多モード光導波路の幅を最適化すると32 $\mu$ mとなる。この場合の損失及び分岐比を多モード光導波路の長さに関数として計算すると、図11に表すものとなる。この図11のグラフから、多モード光導波路の長さ1430 $\mu$ mのとき、分岐比0.502、損失0.13dBとなることがわかる。

【0037】これに対して図1に示した本実施形態の多モード干渉光カプラ10において、導波路幅変更機構により入力光導波路の導波路幅を6 $\mu$ mから15 $\mu$ mに変換したときの、損失及び分岐比を多モード光導波路13の長さに関数として計算した結果を図3に示す。この図3のグラフで、多モード光導波路13の幅は分岐比で1:1で損失が最低となるように31.5 $\mu$ mと決めた。多モード光導波路13の長さが2250 $\mu$ mのとき、分岐比0.501、損失0.03dBが実現されている。これにより本実施形態の低損失な多モード干渉光分岐結合回路が実現できることがわかる。

【0038】また、本実施形態による多モード干渉光カプラ10において、導波路幅変更機構により導波路幅を6 $\mu$ mから9 $\mu$ mに変換したときの、損失及び分岐比を多モード光導波路13の長さに関数として計算した結果を図4に示す。この図4のグラフで、多モード光導波路13の幅は分岐比で1:1で損失が最低となるように35.5 $\mu$ mと決めた。多モード光導波路13の長さが1570 $\mu$ mのとき、分岐比0.501、損失0.05dBが実現されている。更に、この回路では、作製誤差等により多モード光導波路13の長さが $\pm 100\mu$ mずれても分岐比は0.49~0.51の間にとどまることがわかる。このように、本実施形態の副次効果として、作製誤差に強い多モード干渉光カプラ10を構成することが可能となる。

【0039】前述した導波路幅変更機構としては、図1に第1実施形態として多モード干渉光カプラ10で示した直線的に導波路幅を拡大する機構以外にも、曲線的に導波路幅を拡大する機構としてもよく、光導波路変更位置も、上記に示した位置以外とすることも可能である。

【0040】図5に本発明の第2実施形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成を示す。図5に示すように、本実施形態の多モード干渉光カプラ20では、基板21上に、入力光導波路としての光導波路変換機構を持つ直線光導波路22a、22b及び曲線光導波

路23a、23bと、多モード光導波路24と、出力光導波路としての光導波路変換機構を持つ直線光導波路25a、25b及び曲線光導波路26a、26bとを接続している。このような構成であっても、機能的には第1実施形態の多モード干渉光カプラ10と等価である。ここで曲線光導波路23a、23b、26a、26bにおいて、及びこれと直線光導波路22a、22b、25a、25bの接続部が、光導波路中心をずれているのは、接続部の電界分布を整合させることで損失を低減する機能を持たせているためである。

【0041】図6に本発明の第3実施形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成を示す。図6に示すように、本実施形態の多モード干渉光カプラ30では、基板31上に、入力光導波路としての直線光導波路32a、32b及び光導波路変換機構を持つ曲線光導波路33a、33bと、多モード光導波路34と、出力光導波路としての直線光導波路35a、35b及び光導波路変換機構を持つ曲線光導波路36a、36bとを接続している。このような構成であっても、機能的には第1実施形態の多モード干渉光カプラ10と等価である。ここでも、損失低減のために、曲線光導波路33a、33b、36a、36bにおいて、及びこれらと直線光導波路32a、32b、35a、35bの接続部を光導波路中心をずらしている。

【0042】以上のように、本発明の多モード干渉光カプラは、図1に示す第1実施形態の多モード干渉光カプラ10に限定されるものではなく、図2、図3に示す第2、第3実施形態の多モード干渉光カプラ20、30のように、その要旨を逸脱しない限りにおいて変更が可能である。

【0043】そして、上記の各実施形態では、シリコン基板上の石英系ガラス光導波路を基本とする光導波路型多モード干渉光カプラ10、20、30について、この構成及び作用を説明したが、光導波路型多モード干渉光カプラを構成しうる他の材料を用いて、例えば、プラスチック系光導波路やイオン拡散型ガラス光導波路、あるいは、ニオブ酸リチウム光導波路や半導体光導波路にも本発明を適用することができる。

【0044】更に、前述した各実施形態では、二入力二出力の多モード干渉光カプラとして説明したが、少なくとも一つの入力光導波路及び少なくとも二つの出力光導波路を有する多モード干渉光カプラ、あるいは少なくとも二つの入力光導波路及び少なくとも一つの出力光導波路を有する多モード干渉光カプラとしてもよく、また、多入力多出力の多モード干渉光カプラとしてもよい。

【0045】図7に本発明の第4実施形態に係る多入力多出力の多モード干渉光カプラの構成を示す。図7に示すように、本実施形態の多モード干渉光カプラ40において、シリコン基板41上に、入力光導波路42a、42b・・・42xと、多モード光導波路43と、出力光

導波路 44a, 44b・・・44x とが接続されて配置されており、入力光導波路 42a, 42b・・・42x 及び出力光導波路 44a, 44b・・・44x が導波路幅変換機能を有している。

【0046】このように本発明の多モード干渉光カプラは、二入力二出力の多モード干渉光カプラに限らず、一入力二出力の多モード干渉光カプラ、二入力一出力の多モード干渉光カプラ、更に、多入力多出力多モード干渉光カプラにも適用することができる。更に、一入力多出力多モード干渉光カプラ、多入力一出力多モード干渉光カプラにも適用することができることは言うまでもよい。

【0047】

【発明の効果】以上、実施形態において詳細に説明したように請求項 1 の発明の多モード干渉光カプラによれば、基板上に少なくとも一つの入力光導波路及び少なくとも二つの出力光導波路あるいは少なくとも二つの入力光導波路及び少なくとも一つの出力光導波路と、入力光導波路と出力光導波路の間に配置された多モード光導波路とで構成し、入力光導波路と出力光導波路の少なくとも一方の導波路幅を導波方向に変化させたので、低損失な多モード干渉光カプラとすることができる。

【0048】また、請求項 2 の発明の多モード干渉光カプラによれば、ガラス光導波路を用いてこれを実現するので、容易に多モード干渉光カプラを作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成図である。

【図 2】本実施形態の多モード干渉光カプラにおける入出力導波路幅に対する損失を表すグラフである。

【図 3】導波路幅変更機能により入出力導波路幅を 15  $\mu$ m に広げた多モード干渉光カプラにおける多モード導

波路長に対する損失と分岐比を表すグラフである。

【図 4】導波路幅変更機能により入出力導波路幅を 9  $\mu$ m に広げた多モード干渉光カプラにおける多モード導波路長に対する損失と分岐比を表すグラフである。

【図 5】本発明の第 2 実施形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成図である。

【図 6】本発明の第 3 実施形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成図である。

【図 7】本発明の第 4 実施形態に係る二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成図である。

【図 8】従来の二入力二出力の多モード干渉光カプラの構成図である。

【図 9】従来の N 入力 N 出力の多モード干渉光カプラの構成図である。

【図 10】従来の一入力 N 出力の多モード干渉光カプラの構成図である。

【図 11】従来の二入力二出力の多モード干渉光カプラにおける多モード導波路長に対する損失と分岐比を表すグラフである。

【符号の説明】

11, 21, 31, 41 基板

12a, 12b, 42a, 42b・・・42x 入力光導波路

13, 24, 34, 43 多モード光導波路

14a, 14b, 44a, 44b・・・44x 出力光導波路

15, 27, 37, 45 多モード光導波路入力端

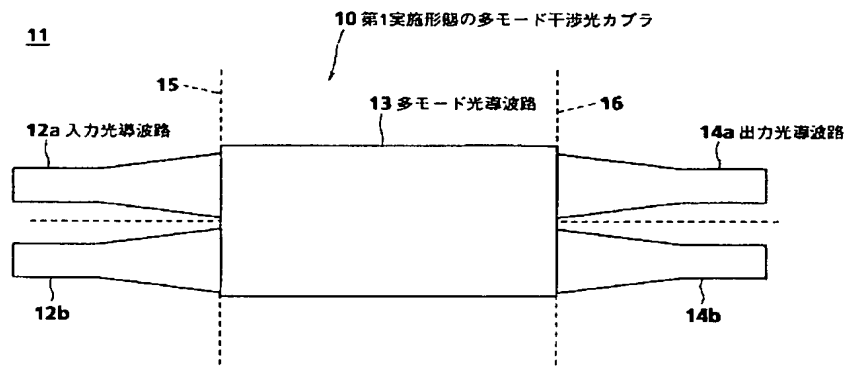
16, 28, 38, 46 多モード光導波路出力端

17, 29 多モード光導波路対称線

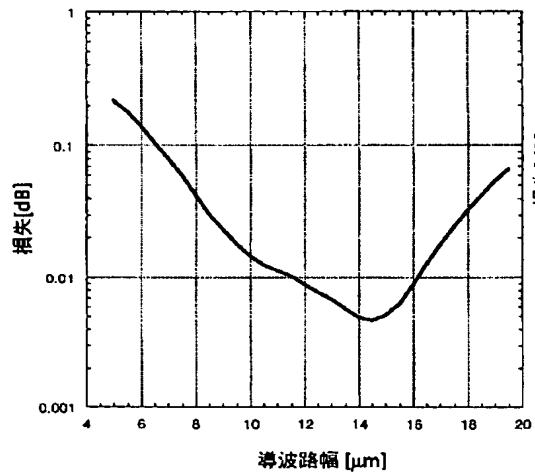
22a, 22b, 25a, 25b, 32a, 32b, 35a, 35b 直線光導波路

23a, 23b, 26a, 26b, 33a, 33b, 36a, 36b 曲線光導波路

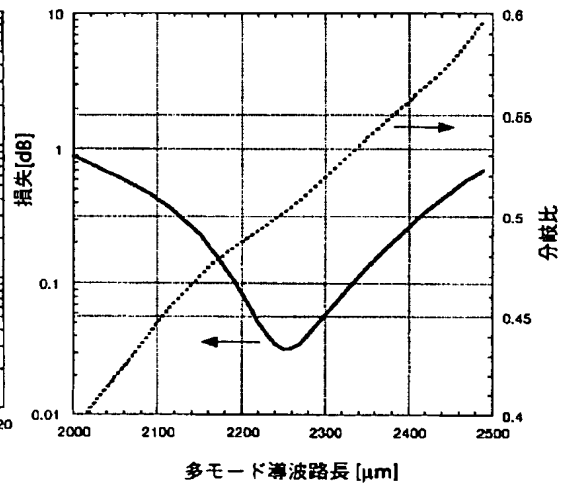
【図 1】



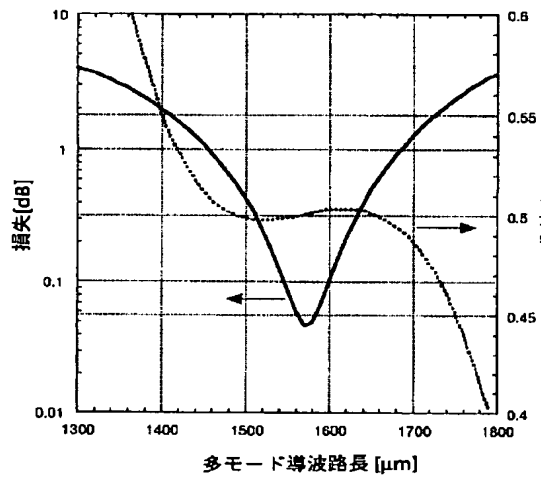
【図2】



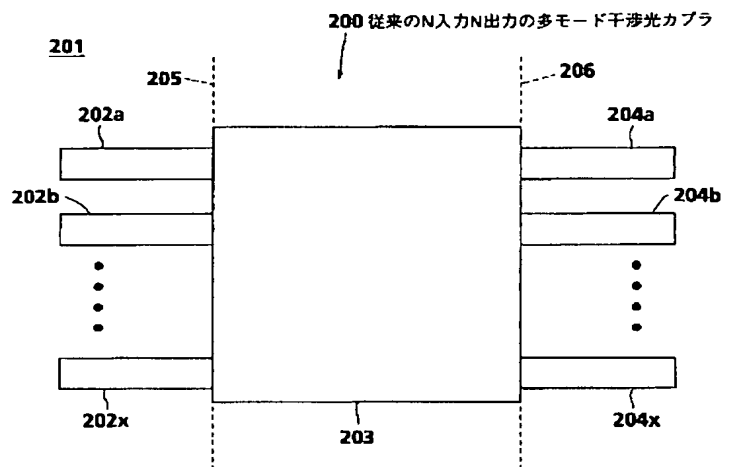
【図3】



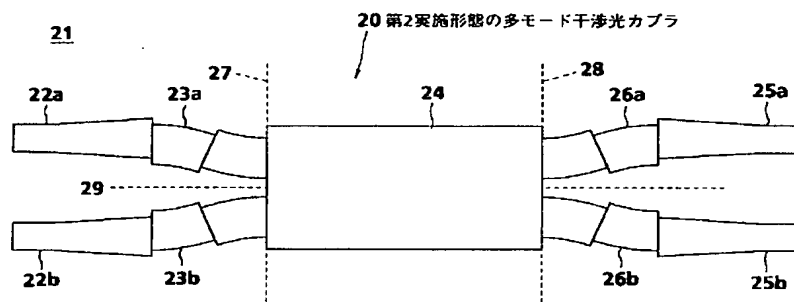
【図4】



【図9】

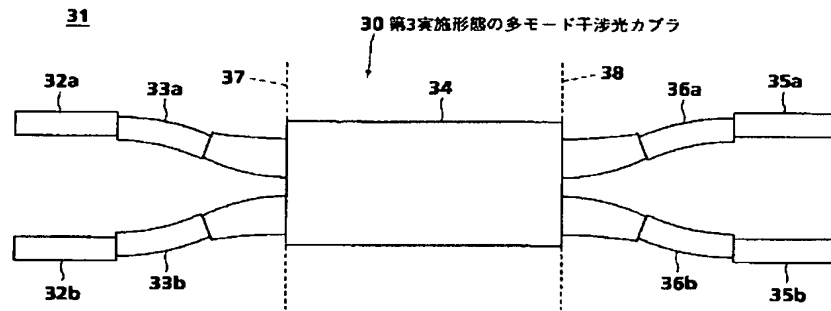


【図5】

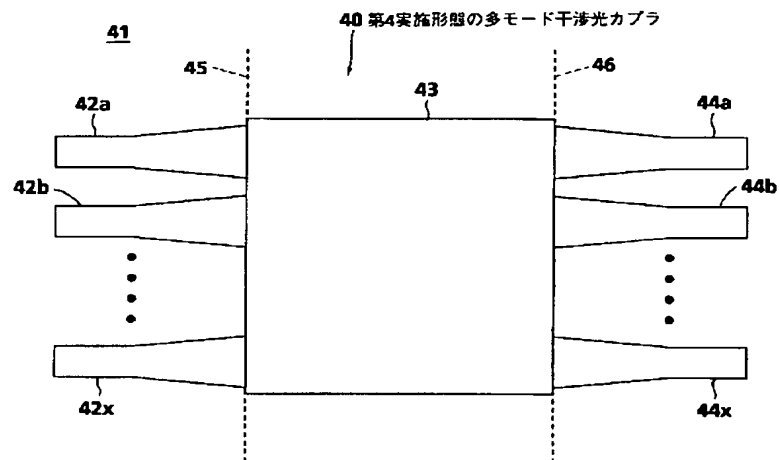




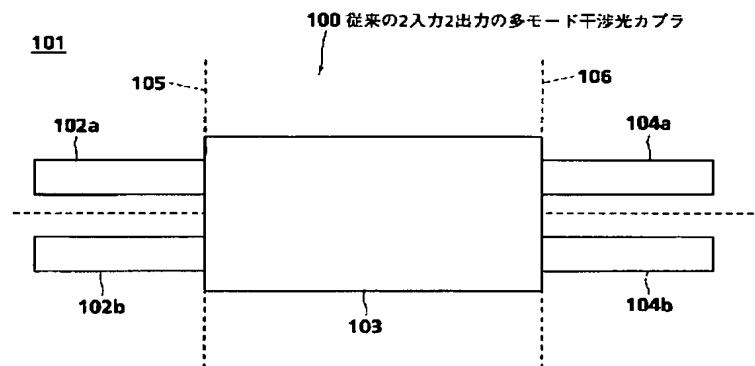
【図6】



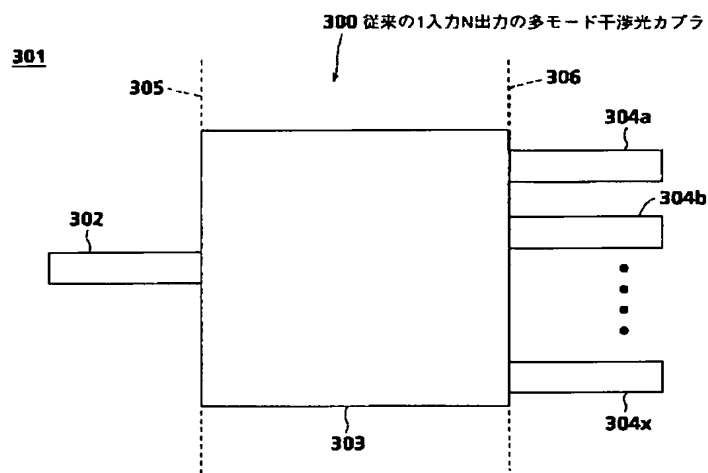
【図7】



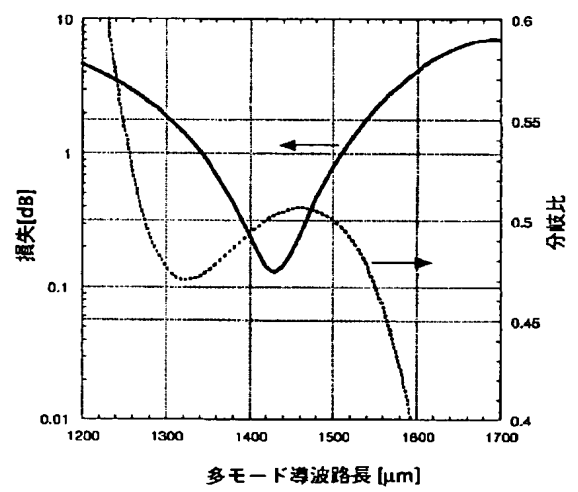
【図8】



【図10】



【図11】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
【部門区分】第6部門第2区分  
【発行日】平成13年10月31日（2001. 10. 31）

【公開番号】特開2000-81534（P2000-81534A）  
【公開日】平成12年3月21日（2000. 3. 21）  
【年通号数】公開特許公報12-816  
【出願番号】特願平10-250855  
【国際特許分類第7版】  
G02B 6/293  
【F1】  
G02B 6/28 B

【手続補正書】  
【提出日】平成13年3月1日（2001. 3. 1）  
【手続補正1】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】特許請求の範囲  
【補正方法】変更  
【補正内容】  
【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に少なくとも一つの入力光導波路及び少なくとも二つの出力光導波路あるいは少なくとも二つの入力光導波路及び少なくとも一つの出力光導波路と、前記入力光導波路と前記出力光導波路の間に配置された多モード光導波路とを有する多モード干渉光カプラにおいて、前記入力光導波路と前記出力光導波路の少なくとも一方の導波路幅が導波方向に変化していることを特徴とする多モード干渉光カプラ。

【請求項2】 前記導波路幅の導波方向の変化が、前記多モード光導波路に向かって広くなるような変化であることを特徴とする請求項1に記載の多モード干渉光カプラ。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載の多モード干渉光カプラが、ガラス光導波路により実現されていることを特徴とする多モード干渉光カプラ。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0026  
【補正方法】変更  
【補正内容】

【0026】また、請求項2の発明の多モード干渉カプラでは、前記導波路幅の導波方向の変化が、前記多モード光導波路に向かって広くなるような変化であることを特徴としている。また、請求項3の発明の多モード干渉カプラでは、請求項1記載の多モード干渉光カプラが、ガラス光導波路により実現されていることを特徴としている。

【手続補正3】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0048  
【補正方法】変更  
【補正内容】

【0048】また、請求項2の発明の多モード干渉光カプラによれば、導波路幅の導波方向の変化が多モード光導波路に向かって広くなるような変化としたので、低損失な多モード干渉光カプラとすることができる。また、請求項3の発明の多モード干渉光カプラによれば、ガラス光導波路を用いてこれを実現するので、容易に多モード干渉光カプラを作製することができる。